

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年 8月 6日

出願番号  
Application Number:

特願2002-228836

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-228836 ]

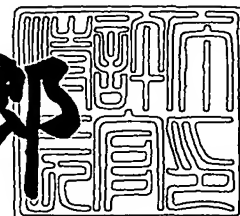
出願人  
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 5月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3034742

【書類名】 特許願

【整理番号】 1015053

【提出日】 平成14年 8月 6日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F01N 3/08

【発明の名称】 排気ガス浄化方法

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中谷 好一郎

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 広田 信也

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709208

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 排気ガス浄化方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流通する排気ガスの空燃比がリーンの時には  $SO_x$  を吸蔵し、その温度が硫黄分離脱温度以上に昇温され且つ流通する排気ガスの空燃比がほぼ理論空燃比またはリッチになった時には吸蔵した  $SO_x$  を離脱させる排気ガス浄化手段を内燃機関の排気ガス通路に配置し、上記排気ガス浄化手段から硫黄分を離脱させるべき時には、上記排気ガス浄化手段の温度を硫黄分離脱温度以上の予め定めた温度範囲内の温度に調整する温度調整工程と、上記排気ガス浄化手段の温度が上記温度範囲内にある時に上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比をほぼ理論空燃比またはリッチに制御して上記排気ガス浄化手段から硫黄分を離脱させる硫黄分離脱工程とを繰り返す、排気ガス浄化方法。

【請求項 2】 上記温度調整工程では、上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比を制御することによって、上記排気ガス浄化手段の温度が上昇または低下させられる、請求項 1 に記載の排気ガス浄化方法。

【請求項 3】 上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの流量が上記硫黄分離脱工程よりも上記温度調整工程において多い、請求項 1 または 2 に記載の排気ガス浄化方法。

【請求項 4】 上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程との繰り返しが、上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱が終了するまで行われる、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の排気ガス浄化方法。

【請求項 5】 上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程との繰り返しが、予め定めた所定回数だけ行われる、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の排気ガス浄化方法。

【請求項 6】 上記温度調整工程及び上記硫黄分離脱工程は、夫々に対して予め定めた所定時間だけ継続される、請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の排気ガス浄化方法。

【請求項 7】 上記温度調整工程に対して予め定めた所定時間が上記排気ガス浄化手段の温度上昇速度または温度低下速度に応じて補正され、上記硫黄分離

脱工程に対して予め定めた所定時間が上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱速度に応じて補正される、請求項 6 に記載の排気ガス浄化方法。

【請求項 8】 上記温度調整工程における上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比が上記排気ガス浄化手段の温度上昇速度または温度低下速度に応じて制御され、上記硫黄分離脱工程における上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比が上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱速度に応じて制御される、請求項 1 から 7 の何れか一項に記載の排気ガス浄化方法。

【請求項 9】 上記排気ガス浄化手段は、流通する排気ガスの空燃比がリーンの時に  $\text{NO}_x$  を吸蔵し流通する排気ガスの空燃比が小さくなり、且つ還元剤が存在していれば吸蔵した  $\text{NO}_x$  を還元浄化する  $\text{NO}_x$  吸蔵剤を含む、請求項 1 から 8 の何れか一項に記載の排気ガス浄化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の排気ガスを浄化する排気ガス浄化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、自動車等に搭載される筒内噴射型の内燃機関、例えばディーゼル機関では、排気ガス中に含まれる窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) を除去することが要求されており、このような要求に対し、排気ガス浄化手段として  $\text{NO}_x$  吸蔵剤を内燃機関の排気ガス通路に配置する方法が提案されている。

【0003】

このように用いられる  $\text{NO}_x$  吸蔵剤は、排気ガスの空燃比がリーンの時には  $\text{NO}_x$  を吸蔵し、排気ガス中の空燃比が小さくなり、且つ排気ガス中に  $\text{HC}$  や  $\text{CO}$  等の還元剤が存在していれば吸蔵した  $\text{NO}_x$  を還元浄化する作用 ( $\text{NO}_x$  の吸蔵離脱及び還元浄化作用) を有する。この作用を利用して、排気ガスの空燃比がリーンの時に排気ガス中の  $\text{NO}_x$  を  $\text{NO}_x$  吸蔵剤に吸蔵させ、一定期間使用して  $\text{NO}_x$  吸蔵剤の吸蔵効率が低下した時または低下する前に  $\text{NO}_x$  吸蔵剤に還元剤 (燃料) を供給する等して、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤に吸蔵した  $\text{NO}_x$  の還元浄化を行うよう

にしている。

【 0 0 0 4 】

なお、本明細書において「吸蔵」という語は「吸収」及び「吸着」の両方の意味を含むものとして用いる。ここで、「吸収」とは $\text{NO}_x$ を硝酸塩等の形で蓄積することを言い、「吸着」とは $\text{NO}_2$ 等の形で吸着することを言う。

【 0 0 0 5 】

ところで、内燃機関の燃料には硫黄（S）成分が含まれている場合があり、この場合には排気ガス中に硫黄酸化物（ $\text{SO}_x$ ）が含まれることとなる。排気ガス中に $\text{SO}_x$ が存在すると $\text{NO}_x$ 吸蔵剤は $\text{NO}_x$ の吸蔵作用を行うのと全く同じメカニズムで排気ガス中の $\text{SO}_x$ の吸蔵を行う。

【 0 0 0 6 】

ところが、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤に吸蔵された $\text{SO}_x$ は比較的安定であり、一般に $\text{NO}_x$ 吸蔵剤に蓄積されやすい傾向がある。 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤の $\text{SO}_x$ 蓄積量が増大すると、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤の $\text{NO}_x$ 吸蔵容量が減少して排気ガス中の $\text{NO}_x$ の除去を十分に行うことができなくなるため、 $\text{NO}_x$ の浄化効率が低下するいわゆる硫黄被毒（S被毒）の問題が生じる。特に、燃料として比較的硫黄成分を多く含む軽油を使用するディーゼルエンジンにおいてはこの硫黄被毒の問題が生じやすい。

【 0 0 0 7 】

一方、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤に吸蔵された $\text{SO}_x$ についても、 $\text{NO}_x$ と同じメカニズムで離脱させることが可能であることが知られている。しかし、 $\text{SO}_x$ は比較的安定した形で $\text{NO}_x$ 吸蔵剤に吸蔵されるため、通常の $\text{NO}_x$ の還元浄化が行われる温度（例えば $250^\circ\text{C}$ 程度以上）では $\text{NO}_x$ 吸蔵剤に吸蔵された $\text{SO}_x$ を離脱させることは困難である。このため、硫黄被毒を解消するためには、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤を通常の $\text{NO}_x$ の還元浄化時より高い温度、すなわち硫黄分離脱温度（例えば $600^\circ\text{C}$ ）以上に昇温すると共に流通する排気ガスの空燃比をほぼ理論空燃比またはリッチ（以下、単にリッチという）にして硫黄分の離脱を行わせる硫黄被毒再生制御を定期的に行う必要がある。なお、ここで硫黄分離脱温度とは $\text{NO}_x$ 吸蔵剤からの硫黄分の離脱が可能となる下限の温度である。

【 0 0 0 8 】

このような硫黄被毒再生制御を実施する方法としては、いわゆる低温燃焼を利用する方法がある（例えば、特開2000-291462号公報）。低温燃焼は、内燃機関の排気側から吸気側へ極めて大量の排気ガスを再循環させ、この再循環ガス（EGRガス）の吸熱作用によって燃料及びその周囲のガス温を比較的低温に保った状態で燃焼を行わせ、スモークの発生を抑えるというものである。このような低温燃焼が行われると、排気ガス中に還元剤（HC、CO等）が多く含まれるようになり、主にその反応によって排気ガス通路内に配置されたNO<sub>x</sub>吸蔵剤を硫黄分離脱温度以上に昇温することができる。そしてこの場合には、NO<sub>x</sub>吸蔵剤の各部分間における温度差も比較的小さいので、低温燃焼を空燃比がリッチの状態で行わせることによって、もしくは、NO<sub>x</sub>吸蔵剤の上流で還元剤を添加して排気ガスの空燃比をリッチにすることによって、NO<sub>x</sub>吸蔵剤のほぼ全体を硫黄被毒再生することができる。

## 【0009】

しかしながら、この低温燃焼は機関の要求トルクが高くなると、すなわち燃料噴射量が多くなると燃焼時における燃料及び周囲のガス温が高くなるために、その実施が困難となる。すなわち、低温燃焼を行い得るのは燃焼による発熱量が比較的小さい機関の低負荷運転時に限られる。したがって、このような低温燃焼を利用したNO<sub>x</sub>吸蔵剤の硫黄被毒再生方法は、機関が高負荷で運転されている時には実施することができない。

## 【0010】

一方、硫黄被毒再生制御を実施する他の方法として、NO<sub>x</sub>吸蔵剤の上流において排気ガス通路内へ燃料（還元剤）を添加する方法が公知であり（例えば、特開平11-350949）、この場合には添加した燃料の反応によってNO<sub>x</sub>吸蔵剤が昇温される。そして、この方法によれば上記低温燃焼を行うことのできない運転領域においても硫黄被毒再生を実施することができる。

## 【0011】

しかしながら、このような燃料または還元剤の添加による方法によって空燃比をリッチの状態に維持しようとする、NO<sub>x</sub>吸蔵剤における燃料または還元剤の反応によりNO<sub>x</sub>吸蔵剤の温度が次第に上昇し、機関の運転状態によってはN

NO<sub>x</sub>吸蔵剤が熱劣化を起こす温度（以下、「熱劣化温度」という）を超えてしまう場合がある。特に、排気ガス通路内に添加される燃料または還元剤の反応性が比較的低い場合には、通常、NO<sub>x</sub>吸蔵剤の下流側部分において温度が上昇し易く、その部分が過昇温されてしまう、すなわち熱劣化温度を超えてしまう恐れがある。

#### 【0012】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記問題に鑑みてなされたもので、その目的は、より幅広い機関運転状態において過昇温することなく排気ガス浄化手段から硫黄分を離脱させることができる排気ガス浄化方法を提供することである。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するための手段として、特許請求の範囲の各請求項に記載された排気ガス浄化方法を提供する。

1 番目の発明は、流通する排気ガスの空燃比がリーンの時にはSO<sub>x</sub>を吸蔵し、その温度が硫黄分離脱温度以上に昇温され且つ流通する排気ガスの空燃比がほぼ理論空燃比またはリッチになった時には吸蔵したSO<sub>x</sub>を離脱させる排気ガス浄化手段を内燃機関の排気ガス通路に配置し、上記排気ガス浄化手段から硫黄分を離脱させるべき時には、上記排気ガス浄化手段の温度を硫黄分離脱温度以上の予め定めた温度範囲内の温度に調整する温度調整工程と、上記排気ガス浄化手段の温度が上記温度範囲内にある時に上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比をほぼ理論空燃比またはリッチに制御して上記排気ガス浄化手段から硫黄分を離脱させる硫黄分離脱工程とを繰り返す、排気ガス浄化方法を提供する。

#### 【0014】

本発明によれば、上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程とが繰り返されて上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱が図られるので、硫黄分の離脱を行うために上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比をほぼ理論空燃比またはリッチに維持し続けた場合には上記排気ガス浄化手段が過昇温されてしまうような機関運転状態においても硫黄分の離脱（例えば硫黄被毒再生）を行うことがで



きる。すなわち、本発明では例えば上記硫黄分離脱工程において上記の予め定めた温度範囲を超えて温度が上昇し上記排気ガス浄化手段が過昇温されてしまう恐れが生じた場合には、続く温度調整工程において上記排気ガス浄化手段の温度が上記温度範囲内の温度へ調整されて上記排気ガス浄化手段の過昇温が回避され、その後再び上記硫黄分離脱工程によって上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱が行われる。このように本発明によれば、より幅広い機関運転状態において過昇温することなく排気ガス浄化手段から硫黄分を離脱させることができる。

## 【 0 0 1 5 】

2 番目の発明は 1 番目の発明において、上記温度調整工程では、上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比を制御することによって、上記排気ガス浄化手段の温度が上昇または低下させられる。

上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比を制御することにより、上記排気ガス浄化手段において反応する燃料（還元剤）量を増減することができるので、上記排気ガス浄化手段の温度を上昇または低下させることができる。すなわち、本発明によれば簡易な方法によって上記排気ガス浄化手段の温度調整ができる。

## 【 0 0 1 6 】

3 番目の発明は 1 番目または 2 番目の発明において、上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの流量が上記硫黄分離脱工程よりも上記温度調整工程において多い。

上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの流量が制御可能な場合には、上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程の夫々において、上記排気ガス流量を各工程に望ましい流量とすることによって、上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱を促進することができる。すなわち、上記温度調整工程において排気ガス通路内に燃料（還元剤）を添加して上記排気ガス浄化手段の温度を上昇させる必要がある場合には、上記排気ガス流量を増加することによって酸素を多く供給し上記排気ガス浄化手段の温度を早期に上昇させることができる。また、上記硫黄分離脱工程において排気ガス通路内に燃料（還元剤）を添加して上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比をほぼ理論空燃比またはリッチにする必要がある場

合には、上記排気ガス流量を低下させることによって必要な燃料（還元剤）の量を低減することができる。また、この場合、上記硫黄分離脱工程における温度上昇が抑制されるので、上記排気ガスの流量が制御できない場合には上記排気ガス浄化手段が過昇温されてしまうような機関運転状態においても硫黄分の離脱（例えば硫黄被毒再生）を行うことができる。

以上のようにこの発明によれば、上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱を促進することができると共に、更に幅広い機関運転状態において排気ガス浄化手段を過昇温することなく硫黄分の離脱を行うことが可能となる。

【 0 0 1 7 】

4 番目の発明は 1 番目から 3 番目の何れかの発明において、上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程との繰り返しが、上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱が終了するまで行われる。

これにより、上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱、例えば上記排気ガス浄化手段の硫黄被毒再生が確実に実施され得る。

5 番目の発明は 1 番目から 3 番目の何れかの発明において、上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程との繰り返しが、予め定めた所定回数だけ行われる。

このようにすることにより、制御を単純化することができる。

【 0 0 1 8 】

6 番目の発明は 1 番目から 5 番目の何れかの発明において、上記温度調整工程及び上記硫黄分離脱工程は、夫々に対して予め定めた所定時間だけ継続される。

このようにすることにより、制御を単純化することができる。

7 番目の発明は 6 番目の発明において、上記温度調整工程に対して予め定めた所定時間が上記排気ガス浄化手段の温度上昇速度または温度低下速度に応じて補正され、上記硫黄分離脱工程に対して予め定めた所定時間が上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱速度に応じて補正される。

本発明のようにすることによって、実際の状況に応じた制御が行われるようになり、上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程とが効率良く実施され、上記排気ガス浄化手段から確実に硫黄分を離脱させることができる。

【 0 0 1 9 】

8 番目の発明は 1 番目から 7 番目の何れかの発明において、上記温度調整工程における上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比が上記排気ガス浄化手段の温度上昇速度または温度低下速度に応じて制御され、上記硫黄分離脱工程における上記排気ガス浄化手段を流通する排気ガスの空燃比が上記排気ガス浄化手段からの硫黄分の離脱速度に応じて制御される。

本発明のようにすることにより、実際の状況に応じた制御が行われるようになって上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程とが効率良く実施され、上記排気ガス浄化手段から確実に硫黄分を離脱させることができる。

#### 【 0 0 2 0 】

9 番目の発明は 1 番目から 8 番目の何れかの発明において、上記排気ガス浄化手段は、流通する排気ガスの空燃比がリーンの時に  $\text{NO}_x$  を吸蔵し流通する排気ガスの空燃比が小さくなり、且つ還元剤が存在していれば吸蔵した  $\text{NO}_x$  を還元浄化する  $\text{NO}_x$  吸蔵剤を含む。

本発明によれば、排気ガス中の  $\text{NO}_x$  を吸蔵し且つ還元浄化することができる。

#### 【 0 0 2 1 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。図 1 は本発明を筒内噴射型の圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示している。なお、本発明は火花点火式内燃機関に適用することもできる。

#### 【 0 0 2 2 】

図 1 を参照すると、1 は機関本体、2 はシリンダブロック、3 はシリンダヘッド、4 はピストン、5 は燃焼室、6 は電気制御式燃料噴射弁、7 は吸気弁、8 は吸気ポート、9 は排気弁、10 は排気ポートを夫々示す。吸気ポート 8 は対応する吸気枝管 11 を介してサージタンク 12 に連結され、サージタンク 12 は吸気ダクト 13 を介して排気ターボチャージャ 14 のコンプレッサ 15 に連結される。吸気ダクト 13 内にはステップモータ 16 により駆動されるスロットル弁 17 が配置され、更に吸気ダクト 13 周りには吸気ダクト 13 内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置 18 が配置される。図 1 に示される実施形態では機関冷

却水が冷却装置 1 8 内に導かれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。

【 0 0 2 3 】

一方、排気ポート 1 0 は排気マニホールド 1 9 および排気管 2 0 を介して排気ターボチャージャ 1 4 の排気タービン 2 1 に連結され、排気タービン 2 1 の出口には排気ガス浄化器 1 0 0 が連結される。排気ガス浄化器 1 0 0 は  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 を内蔵している。また、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の上流側には、必要に応じて還元剤を排気経路内に添加する還元剤添加ノズル 4 4 が設けられている。なお、この還元剤添加ノズル 4 4 は  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 と排気ポート 1 0 との間であればどこに配置してもよい。

【 0 0 2 4 】

また、本明細書においては便宜上、「 $\text{NO}_x$  吸蔵剤の上流側部分」及び「 $\text{NO}_x$  吸蔵剤の下流側部分」等の表現を担持体に担持された  $\text{NO}_x$  吸蔵剤のうち「担持体の上流側部分に担持されている  $\text{NO}_x$  吸蔵剤」及び「担持体の下流側部分に担持されている  $\text{NO}_x$  吸蔵剤」という意味で用いる。

【 0 0 2 5 】

排気マニホールド 1 9 とサージタンク 1 2 とは排気ガス再循環（以下、EGR と称す）通路 2 4 を介して互いに連結され、EGR 通路 2 4 内には電気制御式 EGR 制御弁 2 5 が配置される。また、EGR 通路 2 4 周りには EGR 通路 2 4 内を流れる EGR ガスを冷却するための冷却装置 2 6 が配置される。図 1 に示される実施形態では機関冷却水が冷却装置 2 6 内に導かれ、機関冷却水によって EGR ガスが冷却される。一方、各燃料噴射弁 6 は燃料供給管 6 a を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール 2 7 に連結される。このコモンレール 2 7 内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ 2 8 から燃料が供給され、コモンレール 2 7 内に供給された燃料は各燃料供給管 6 a を介して燃料噴射弁 6 に供給される。コモンレール 2 7 にはコモンレール 2 7 内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ 2 9 が取付けられ、燃料圧センサ 2 9 の出力信号に基づいてコモンレール 2 7 内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ 2 8 の吐出量が制御される。

【 0 0 2 6 】

電子制御ユニット（ECU）3 0 はデジタルコンピュータからなり、双方向性

バス 31 によって互いに接続された ROM (リードオンリメモリ) 32、RAM (ランダムアクセスメモリ) 33、CPU (マイクロプロセッサ) 34、入力ポート 35 および出力ポート 36 を具備する。燃料圧センサ 29 の出力信号は対応する AD 変換器 37 を介して入力ポート 35 に入力される。また、アクセルペダル 40 にはアクセルペダル 40 の踏込み量 L に比例した出力電圧を発生する負荷センサ 41 が接続され、負荷センサ 41 の出力電圧は対応する AD 変換器 37 を介して入力ポート 35 に入力される。更に入力ポート 35 にはクランクシャフトが例えば 30° 回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ 42 が接続される。一方、出力ポート 36 は対応する駆動回路 38 を介して燃料噴射弁 6、スロットル弁駆動用ステップモータ 16、EGR 制御弁 25、還元剤添加ノズル 44 および燃料ポンプ 28 に接続される。

## 【0027】

次に NO<sub>x</sub> 吸蔵剤 46 について説明する。NO<sub>x</sub> 吸蔵剤 46 は、例えばカリウム K、ナトリウム Na、リチウム Li、セシウム Cs のようなアルカリ金属、バリウム Ba、カルシウム Ca のようなアルカリ土類、ランタン La、イットリウム Y のような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金 Pt のような貴金属とから成る。NO<sub>x</sub> 吸蔵剤 46 は流通排気ガス (以下「NO<sub>x</sub> 吸蔵剤流通排気ガス」という) の空燃比がリーンのときには NO<sub>x</sub> を吸蔵し、NO<sub>x</sub> 吸蔵剤流通排気ガスの空燃比が小さくなり、かつ還元剤が存在していれば吸蔵した NO<sub>x</sub> を離脱させて還元浄化する作用 (NO<sub>x</sub> の吸蔵離脱及び還元浄化作用) を有する。

## 【0028】

図 1 に示されるような圧縮着火式内燃機関では、通常時の排気ガス空燃比はリーンであり NO<sub>x</sub> 吸蔵剤 46 は排気ガス中の NO<sub>x</sub> の吸蔵を行う。また、還元剤添加ノズル 44 から NO<sub>x</sub> 吸蔵剤 46 上流側の排気ガス通路に還元剤が供給されて NO<sub>x</sub> 吸蔵剤流通排気ガスの空燃比が小さくなると共に還元剤の存在する状態になると NO<sub>x</sub> 吸蔵剤 46 は吸蔵した NO<sub>x</sub> を離脱させると共に離脱させた NO<sub>x</sub> を還元浄化する。

## 【0029】

この吸蔵離脱及び還元浄化作用の詳細なメカニズムについては明らかなでない部

分もあるが、この吸蔵離脱及び還元浄化作用は図2に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて白金PtおよびバリウムBaを担持させ、NO<sub>x</sub>を硝酸塩の形で吸蔵する場合を例にとって説明する。

### 【0030】

すなわち、NO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガスの空燃比がかなりリーンになるとNO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガス中の酸素濃度が大幅に増大し、図2(A)に示されるようにこれら酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2-</sup>の形で白金Ptの表面に付着する。一方、NO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガス中のNOは白金Ptの表面上でO<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2-</sup>と反応し、NO<sub>2</sub>となる(2NO+O<sub>2</sub>→2NO<sub>2</sub>)。次いで生成されたNO<sub>2</sub>の一部は白金Pt上で更に酸化されつつNO<sub>x</sub>吸蔵剤46内に吸蔵されて酸化バリウムBaOと結合しながら、図2(A)に示されるように硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形でNO<sub>x</sub>吸蔵剤46内に拡散する。このようにしてNO<sub>x</sub>がNO<sub>x</sub>吸蔵剤46内に吸蔵される。

### 【0031】

NO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面でNO<sub>2</sub>が生成され、NO<sub>x</sub>吸蔵剤46のNO<sub>x</sub>吸蔵能力が飽和しない限りNO<sub>2</sub>がNO<sub>x</sub>吸蔵剤46内に吸蔵されて硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が生成される。これに対してNO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガス中の酸素濃度が低下してNO<sub>2</sub>の生成量が低下すると反応が逆方向(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>→NO<sub>2</sub>)に進み、斯くしてNO<sub>x</sub>吸蔵剤46内の硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>がNO<sub>2</sub>の形で吸蔵剤から離脱される。すなわち、NO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガス中の酸素濃度が低下するとNO<sub>x</sub>吸蔵剤46からNO<sub>x</sub>が離脱されることになる。NO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガスのリーンの度合いが低くなればNO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガス中の酸素濃度が低下し、従ってNO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガスのリーンの度合いを低くすればNO<sub>x</sub>吸蔵剤46からNO<sub>x</sub>が離脱されることになる。

### 【0032】

一方、このときNO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガスの空燃比を小さくすると、HC、COは白金Pt上の酸素O<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2-</sup>と反応して酸化せしめられる。また、NO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガスの空燃比を小さくするとNO<sub>x</sub>吸蔵剤流通排気ガス中の酸

素濃度が極度に低下するために $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46から $\text{NO}_2$ が離脱され、この $\text{NO}_2$ は図2(B)に示されるように未燃HC、COと反応して還元浄化せしめられる。このようにして白金Ptの表面上に $\text{NO}_2$ が存在しなくなると $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46から次から次へと $\text{NO}_2$ が離脱される。従って $\text{NO}_x$ 吸蔵剤流通排気ガスの空燃比を小さくし、かつ還元剤が存在する状態にすると短時間のうちに $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46から $\text{NO}_x$ が離脱されて還元浄化されることになる。

## 【0033】

なお、ここでいう排気ガスの空燃比とは $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46上流側の排気ガス通路と燃焼室または吸気通路に供給された空気と燃料との比率をいうものとする。従って排気ガス通路に空気や還元剤が供給されていないときには排気ガスの空燃比は機関の運転空燃比（燃焼室内の燃焼空燃比）に等しくなる。また、ここでは還元剤として、貯蔵、補給等の際の煩雑さを避けるため内燃機関の燃料である軽油を使用する。

## 【0034】

次に $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の硫黄被毒のメカニズムについて説明する。排気ガス中に $\text{SO}_x$ 成分が含まれていると、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46は上述の $\text{NO}_x$ の吸蔵と同じメカニズムで排気ガス中の $\text{SO}_x$ を吸蔵する。すなわち、排気ガスの空燃比がリーンのとき、排気ガス中の $\text{SO}_x$ （例えば $\text{SO}_2$ ）は白金Pt上で酸化されて $\text{SO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^-$ となり、酸化バリウムBaOと結合して $\text{BaSO}_4$ を形成する。 $\text{BaSO}_4$ は比較的安定であり、また、結晶が粗大化しやすいため一旦生成されると分解されにくく離脱されにくい。このため、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46中の $\text{BaSO}_4$ の生成量が増大すると $\text{NO}_x$ の吸蔵に関与できるBaOの量が減少してしまい $\text{NO}_x$ の吸蔵能力が低下してしまう。

## 【0035】

この硫黄被毒を解消するためには、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46中に生成された $\text{BaSO}_4$ を高温で分解するとともに、これにより生成される $\text{SO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^-$ の硫酸イオンをスライトリーンを含むほぼ理論空燃比またはリッチ雰囲気（以下、単にリッチ雰囲気という）下で還元し、気体状の $\text{SO}_2$ に転換して $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46から離脱させる必要がある。従って硫黄被毒再生を行うためには、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46

を高温且つリッチ雰囲気の状態にすることが必要とされる。

【 0 0 3 6 】

このような硫黄被毒再生を実施する方法としては、いわゆる低温燃焼を利用する方法があるが、この方法は上述したように機関の運転状態が低負荷運転状態の時にのみ実施可能である。また、硫黄被毒再生を実施する他の方法として、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤の上流において排気ガス通路内へ還元剤（燃料）を添加し、その反応によって $\text{NO}_x$ 吸蔵剤を昇温すると共にリッチ雰囲気を作り出す方法があるが、この方法では、流通する排気ガスの空燃比をリッチの状態に維持し続けようとする、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤における還元剤等の反応により $\text{NO}_x$ 吸蔵剤の温度が次第に上昇し、機関の運転状態によっては $\text{NO}_x$ 吸蔵剤が過昇温されてしまう場合がある。特に、排気ガス通路内に添加される還元剤等の反応性が比較的低い場合には、通常、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤の下流側部分において温度が上昇し易く、その部分の温度が熱劣化温度を超えてしまう恐れがある。

【 0 0 3 7 】

以上のようなことから、結果として $\text{NO}_x$ 吸蔵剤の硫黄被毒再生を実施し得る機関運転状態は一部の機関運転状態に限られている。

本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、より幅広い機関運転状態において $\text{NO}_x$ 吸蔵剤（排気ガス浄化手段）を過昇温することなく硫黄被毒再生することを可能にしようとするものである。

【 0 0 3 8 】

次にその具体的な方法であって図 1 に示された内燃機関で実施し得る方法について図 3 を参照しつつ説明する。

図 3 はこの方法を実施するための制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは ECU 3 0 により一定時間毎の割込みによって実施される。

【 0 0 3 9 】

この制御ルーチンがスタートすると、まず、ステップ 1 0 1 で $\text{NO}_x$ 吸蔵剤 4 6 の硫黄（S）被毒再生の実施条件が成立したか否かが判定される。硫黄被毒再生の実施条件は、例えば $\text{NO}_x$ 吸蔵剤 4 6 に吸蔵された $\text{SO}_x$ 量、すなわち吸蔵 $\text{SO}_x$ 量が一定量以上になること等であるが、この場合、吸蔵 $\text{SO}_x$ 量を直接求



めることは困難であるので内燃機関から排出される $\text{SO}_x$ 量、すなわち車両走行距離に基づいて吸蔵 $\text{SO}_x$ 量を推定する。つまり、前回硫黄被毒再生を実施した時点からの走行距離が予め定められた設定値よりも大きくなった時に硫黄被毒再生実施条件が成立したと判定する。

#### 【0040】

ステップ101において硫黄被毒再生実施条件が成立していないと判定された場合には本制御ルーチンは終了し、硫黄被毒再生実施条件が成立していると判定された場合にはステップ103に進む。

ステップ103では温度調整工程が行われる。温度調整工程は、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の温度を $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46からの硫黄分の離脱が可能な予め定めた温度範囲内の温度に調整する工程である。上記温度範囲の下限の温度は、例えば、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46からの硫黄分の離脱が可能となる下限の温度である硫黄分離脱温度（例えば $600^\circ\text{C}$ ）とすることができる。また、上限の温度は例えば $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の熱劣化温度よりも低い温度であって後述する硫黄分離脱工程に入ってもしくはばらくは上記熱劣化温度に達しないように考慮された温度とされ得る。

#### 【0041】

温度調整工程は $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の温度をこのように予め定めた温度範囲内の温度とするものであるので、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の温度が上記温度範囲の下限の温度よりも低ければ $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の温度は上昇させられ、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の温度が上記温度範囲の上限の温度よりも高ければ $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の温度は低下させられる。

#### 【0042】

ここで $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の温度を上昇させる方法としては、還元剤添加ノズル44から排気ガス通路内に還元剤を添加する方法がある。還元剤添加ノズル44から還元剤が添加されると、添加された還元剤が $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46において反応するために $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46を昇温することができる。この時、添加される還元剤の量を含めた還元剤の添加方法は、必要な昇温幅に応じて決定され得るが、急激な温度上昇を防ぐと共に添加した還元剤を効率的に昇温に利用するために排気ガスの平均空燃比はリーンとなるように添加することが好ましい。

## 【 0 0 4 3 】

一方、NO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の温度を低下させる方法としては、添加している還元剤の量を低減する、もしくは還元剤の添加を中止するという方法がある。これにより、NO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 において反応する還元剤の量が低減されると共に、流通する排気ガスによってNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の熱が奪われるのでNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の温度を低下させることができる。

## 【 0 0 4 4 】

なお、還元剤添加ノズル 4 4 から還元剤を添加するとNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの空燃比は低下し、添加している還元剤の量を低減するもしくは還元剤の添加を中止すると排気ガスの空燃比は上昇する。したがって、上記の説明から、温度調整工程では、NO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの空燃比を制御することによって、NO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の温度を上昇または低下させているとも言える。

## 【 0 0 4 5 】

ステップ 1 0 3 に続くステップ 1 0 5 においては、温度調整工程から硫黄分離脱工程へと制御を切替える条件である第 1 切替条件が成立したか否かが判定される。この第 1 切替条件は、基本的にはNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の温度が上記予め定めた温度範囲に入ることであるが、具体的には様々な方法で条件を設定することができる。

## 【 0 0 4 6 】

例えば、本実施形態においてはNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の温度を求めるための温度センサは設けずに、温度調整工程の継続時間が所定時間に達した時に上記第 1 切替条件が成立したものと判定する。上記所定時間はNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の温度を上昇させる場合と低下させる場合とで、夫々について一定の時間としてもよい。この場合、例えばNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の温度を上昇させる場合と低下させる場合との夫々で還元剤の添加方法を一定とし、NO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の温度が上昇してまたは低下して上記予め定めた温度範囲に入るまでの時間を予め求め、その時間を上記所定時間として設定する。この方法は制御が単純化できる利点があるが、あまり詳細な温度調整を行うことはできない。

## 【 0 0 4 7 】

より詳細な温度調整を行うために上記所定時間を機関の運転状態（例えば、機関負荷 $Q/N$ （吸入空気量 $Q$ ／エンジン回転数 $N$ ）及び機関回転数 $N$ 等）に応じて決定するようにしてもよい。すなわち、機関の運転状態と還元剤の添加方法等との関係で $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 の温度を上記予め定めた温度範囲内の温度にまで上昇させるまたは低下させるのに必要な時間を予め求めてマップにしておき、このマップに基づいて上記所定時間をその時の機関運転状態に応じて設定することが可能である。

## 【 0 0 4 8 】

あるいは、温度センサを設け、それにより測定された温度に基づいて上記第 1 切替条件が成立したか否かを判定するようにしてもよい。この場合、測定される温度が $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 のどの部分の温度であるかによって、判定の基準となる温度範囲が上述した予め定めた温度範囲とは異なるものとなる点に留意する必要がある。

## 【 0 0 4 9 】

すなわち、還元剤の添加が行われた場合には、還元剤（燃料）の反応性が比較的低いこと等から $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 の各部分間において大きな温度差が生じ、通常、 $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 の上流側部分よりも下流側部分で温度が上昇する傾向がある。したがって、測定された温度が $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 の下流側部分の温度である場合には、その温度が硫黄分離脱温度に達したとしても $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 の他の部分は未だ硫黄分離脱温度に達していない可能性が高い。その一方、測定された温度が $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 の上流側部分の温度である場合には、その温度が硫黄分離脱温度に達した時には、 $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 の下流側部分の温度は既に熱劣化温度を超えてしまっている場合も起こり得る。

## 【 0 0 5 0 】

以上のようなことから、温度センサを設け、それにより測定された温度に基づいて上記第 1 切替条件が成立したか否かを判定する場合には、温度センサにより温度が測定される $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 の部分と $NO_x$ 吸蔵剤 4 6 に生ずる温度分布とを考慮し、判定の基準となる温度範囲を設定する必要がある。ここで、温度セ

ンサを設ける位置（NO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の上流側部分、中央部分、下流側部分、もしくはNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の下流（この場合、排気ガス温度を測定しNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の温度を推定する。））について特に制限は無いが、NO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の熱劣化を防止することを考慮するとNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 の下流側部分の温度を測定するようにすることが望ましい。また、判定の基準となる温度範囲を設定する際に後述する硫黄分離脱工程に入ってから温度上昇を考慮し、判定の基準となる温度範囲の上限温度と下限温度をそれぞれ、上述の硫黄分の放出が可能な予め定めた温度範囲の上限温度と下限温度よりも低く設定するようにしてもよい。

## 【 0 0 5 1 】

ステップ 1 0 5 において第 1 切替条件が成立していないと判定された場合には、ステップ 1 0 3 に戻って温度調整工程が継続され、成立していると判定された場合にはステップ 1 0 7 に進む。

ステップ 1 0 7 においては、硫黄分離脱工程が実施される。硫黄分離脱工程では、NO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの空燃比がほぼ理論空燃比またはリッチ（以下、単に「リッチ」という）に制御され、NO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 から硫黄分が離脱される。

## 【 0 0 5 2 】

ここでNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 を通過する排気ガスの空燃比を制御する方法としては、還元剤添加ノズル 4 4 から排気ガス通路内に還元剤を添加する方法がある。硫黄分離脱工程における還元剤の添加はNO<sub>x</sub>吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの空燃比をリッチにするためであるので、添加される還元剤の量を含めて温度調整工程の場合とは異なる方法で行われる。すなわち、例えば、還元剤の添加を還元剤添加ノズル 4 4 からの複数回の噴射により行う場合には、硫黄分離脱工程における還元剤の添加では、温度調整工程における還元剤の添加に比べて、一回当たりの噴射量を多くする（噴射時間を長くする）、噴射圧力を高くする、あるいは、噴射の間隔を短くすること等が行われ、排気ガスの空燃比がリッチになるようにされる。

## 【 0 0 5 3 】

ステップ 1 0 7 に続くステップ 1 0 9 においては、硫黄被毒再生の完了条件が

成立したか否かが判定される。硫黄被毒再生の完了条件は、種々の方法で設定可能であり、例えば硫黄分離脱工程が行われた時間に対する設定値（すなわち、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤 4 6 を硫黄被毒再生するのに必要な硫黄分離脱工程の継続時間）を予め定め、それと実際に硫黄分離脱工程が行われた時間との比較で硫黄被毒再生の完了条件が成立したか否かを判定するようにすることができる。本発明においては後述するように、通常、温度調整工程と硫黄分離脱工程とが繰り返し行われるので、この場合に上記設定値と比較されるのは、複数回行われた硫黄分離脱工程の合計時間となる。

## 【 0 0 5 4 】

あるいは、温度調整工程と硫黄分離脱工程との繰り返しの回数に対する設定値（すなわち、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤 4 6 を硫黄被毒再生するのに必要な温度調整工程と硫黄分離脱工程との繰り返しの回数）を予め定め、その回数だけ温度調整工程と硫黄分離脱工程とが繰り返された時に硫黄被毒再生完了条件が成立したと判定するようにしてもよい。

## 【 0 0 5 5 】

更には、排気ガス中の  $\text{SO}_x$  濃度を測定する  $\text{SO}_x$  センサを  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の下流に設け、これにより測定される  $\text{SO}_x$  濃度が予め定めた所定値以下まで低下した場合に  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 からの硫黄分の離脱が終了したものとし、この時に硫黄被毒再生完了条件が成立したと判定するようにしてもよい。

ステップ 1 0 9 において硫黄被毒再生完了条件が成立したと判定されると本制御ルーチンは終了する。ここでは、硫黄被毒再生が温度調整工程と硫黄分離脱工程との繰り返しによって行われるので、硫黄被毒再生の完了条件は温度調整工程と硫黄分離脱工程との繰り返しの終了条件と言うこともできる。

## 【 0 0 5 6 】

一方、ステップ 1 0 9 で硫黄被毒再生完了条件が成立していないと判定された場合にはステップ 1 1 1 に進むこととなる。ステップ 1 1 1 においては硫黄分離脱工程から温度調整工程へと制御を切替える条件である第 2 切替条件が成立したか否かが判定される。この第 2 切替条件は、基本的には  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の温度が上記の予め定めた温度範囲外に出てしまうことであるが、第 1 切替条件の場合

と同様に具体的には様々な方法で条件を設定することができる。

【 0 0 5 7 】

例えば、硫黄分離脱工程の継続時間が所定時間に達した時に上記第 2 切替条件が成立したと判定するようにしてもよい。この所定時間は一定時間としてもよいし、第 1 切替条件の場合と同様に、機関の運転状態と還元剤の添加方法等との関係で設定されるようにしてもよい。

すなわち、通常、硫黄分離脱工程において還元剤の添加等によって  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの空燃比をリッチにすると、還元剤の反応等により  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の温度は次第に上昇する。そこで、第 1 切替条件の場合と同様に、機関の運転状態と還元剤の添加方法等との関係で  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の温度を上記予め定めた温度範囲外の温度にまで上昇させるのにかかる時間を予め求めてマップにしておけば、このマップに基づいて上記所定時間をその時の機関運転状態に応じて適切に設定することが可能となる。

【 0 0 5 8 】

あるいは、温度センサを設け、それにより測定された温度に基づいて上記第 2 切替条件が成立したか否かを判定するようにしてもよい。この場合、第 1 切替条件の場合と同様、測定される温度が  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 のどの部分の温度であるかによって、判定の基準となる温度範囲が上述した予め定めた温度範囲とは異なるものとなる点に留意する必要がある。

【 0 0 5 9 】

第 1 切替条件が温度センサにより測定された温度に基づいて判定される場合であって、その温度センサにより温度が測定される  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の部分と  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 に生ずる温度分布とを考慮して判定の基準となる温度範囲が設定されている場合、同じ温度センサによって測定される温度に基づいて第 2 切替条件も判定する場合には、第 1 切替条件の判定基準となる温度範囲と同じ温度範囲を第 2 切替条件を判定する判定基準とすることができる。

【 0 0 6 0 】

ステップ 1 1 1 において第 2 切替条件が成立していないと判定された場合には、ステップ 1 0 7 に戻って硫黄分離脱工程が継続され、成立していると判定され

た場合にはステップ103に進んで再度、温度調整工程が実施される。このようにして、本制御ルーチンによればステップ109において硫黄被毒再生完了条件が成立したと判定されるまで温度調整工程と硫黄分離脱工程とが繰り返されて硫黄被毒再生が実施される。

## 【0061】

以上、説明したように、この方法によれば一度の硫黄被毒再生が温度調整工程と硫黄分離脱工程との複数回の繰り返しにより行われる。このため、一回の硫黄分離脱工程の時間が短くなるので、硫黄被毒再生を行うために流通する排気ガスの空燃比をリッチに維持し続けるとNOx吸蔵剤46が過昇温されてしまうような機関運転状態においても硫黄被毒再生が可能となる。

## 【0062】

なお、機関の運転状態が低温燃焼が可能な運転状態であれば、上記温度調整工程においてNOx吸蔵剤46の温度を上昇させるために、空燃比をリーンとした低温燃焼が行われてもよく、また上記硫黄分離脱工程において空燃比をリッチとした低温燃焼が行われてもよい。

また、上記第1切替条件と上記第2切替条件のうちの一方を上記温度調整工程または上記硫黄分離脱工程の継続時間で判定するようにし、他方を温度センサにより測定された温度に基づいて判定するようにしてもよい。

## 【0063】

更に、上記第1切替条件が上記温度調整工程の継続時間が所定時間に達した時に成立したものと判定する場合において、NOx吸蔵剤46の温度を測定する温度センサも有していて、上記温度調整工程に対して定められた所定時間がNOx吸蔵剤46の温度上昇速度または温度低下速度に応じて補正されるようにしてもよい。また、上記第2切替条件が上記硫黄分離脱工程の継続時間が所定時間に達した時に成立したものと判定する場合において、排気ガス中のSOx濃度を測定するSOxセンサをNOx吸蔵剤46の下流に有していて、上記硫黄分離脱工程に対して定められた所定時間がNOx吸蔵剤46からの硫黄分の離脱速度に応じて補正されるようにしてもよい。

## 【0064】

このようにすることによって、実際の状況に応じた制御が行われるようになり、上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程とが効率良く実施され、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤 4 6 を確実に硫黄被毒再生することが可能となる。

また同様に、上記温度調整工程における  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの空燃比が  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の温度上昇速度または温度低下速度に応じて制御され、上記硫黄分離脱工程における  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの空燃比が  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 からの硫黄分の離脱速度に応じて制御されるようにしてもよい。このようにすることによっても、上記温度調整工程と上記硫黄分離脱工程の効率的な実施が図られるようになり、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 を確実に硫黄被毒再生することが可能となる。

#### 【 0 0 6 5 】

図 4 は、図 3 に示された制御ルーチンに従った制御を行った場合の  $\text{NO}_x$  吸蔵剤の温度変化の一例を示したものであり、還元剤の添加パターンと  $\text{NO}_x$  吸蔵剤を流通する排気ガスの空燃比の変化が一緒に示されている。この図において、期間 A は温度調整工程であって  $\text{NO}_x$  吸蔵剤の温度を上昇させている期間であり、期間 B は硫黄分離脱工程の期間であり、期間 C は温度調整工程であって  $\text{NO}_x$  吸蔵剤の温度を低下させている期間である。空燃比を示す部分の S は理論空燃比を示し、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤の温度を示す部分の T S は硫黄分離脱温度、T D は熱劣化温度を夫々示す。

#### 【 0 0 6 6 】

図示されているように、期間 A においては還元剤の添加が行われ  $\text{NO}_x$  吸蔵剤の温度の上昇が図られている。そして期間 B において、期間 A の時よりも多量の還元剤が短い間隔で噴射され排気ガスの空燃比がリッチにされている。続く期間 C では還元剤の添加が中止され  $\text{NO}_x$  吸蔵剤の温度の低下が図られている。

図 4 に示された例では、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤のうちの下流側部分で最も温度が上昇し易く、期間 B が更に続けば、すなわち期間 C に入って還元剤の添加が中止されなければ、下流側部分の温度が熱劣化温度 T D を超えてしまう恐れがあることがわかる。つまり、この例における機関の運転状態は硫黄被毒再生を行うために流通する排気ガスの空燃比をリッチに維持し続けると  $\text{NO}_x$  吸蔵剤が過昇温されてし



まうような機関運転状態であると言え、図 3 に示された制御ルーチンに従った制御を行うことにより、過昇温が防止されている。

## 【 0 0 6 7 】

また、この図の例では、期間 B において  $\text{NO}_x$  吸蔵剤の温度が上流側部分から下流側部分まで硫黄分離脱温度  $T_S$  以上、熱劣化温度  $T_D$  未満の温度範囲に入っており、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤全体からの硫黄分の離脱、すなわち  $\text{NO}_x$  吸蔵剤全体の硫黄被毒再生が実施されている。

## 【 0 0 6 8 】

次に図 5 を参照し、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 についての他の硫黄被毒再生方法について説明する。図 5 はこの方法を実行するのに適した内燃機関を示している。図 5 を参照するとこの内燃機関では  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 下流の排気管内にアクチュエータ 7 2 により駆動される排気ガス流量制御弁 7 3 が配置されている。したがってアクチュエータ 7 2 によって排気ガス流量制御弁 7 3 を駆動することにより  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの流量を制御することができる。

## 【 0 0 6 9 】

この方法は、その制御ルーチンは図 3 に示されたものと同様であるが、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの流量を制御することにより、上記温度調整工程（ステップ 1 0 3）と上記硫黄分離脱工程（ステップ 1 0 7）とを効率良く実施して  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 からの硫黄分の離脱（すなわち硫黄被毒再生）を促進すると共に、更に幅広い機関運転状態において硫黄被毒再生が実施できるようにしようとするものである。

## 【 0 0 7 0 】

すなわち、この方法では、図 3 の制御ルーチンのステップ 1 0 3 の温度調整工程において、還元剤の添加により  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の温度を上昇させる必要がある場合には、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 を流通する排気ガスの流量ができるだけ多くなるように制御される。こうすることによって反応に必要な酸素が多く供給され  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の温度を早期に上昇させることが可能となる。また、 $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 の温度を低下させる必要がある場合には、還元剤の添加を中止した状態で上記排気ガス流量ができるだけ多くなるように制御される。こうすることにより、

排気ガスによってNO<sub>x</sub>吸蔵剤46の熱が奪われNO<sub>x</sub>吸蔵剤46の温度を早期に低下させることが可能となる。

## 【0071】

一方、ステップ107の硫黄分離脱工程において排気ガス通路内に還元剤を添加してNO<sub>x</sub>吸蔵剤46を流通する排気ガスの空燃比をリッチにする必要がある場合には、上記排気ガス流量が低減される。これによりNO<sub>x</sub>吸蔵剤46を流通する排気ガスの空燃比をリッチにするために必要な添加還元剤量を低減することができ、燃費改善を図ることができる。また、この場合、硫黄分離脱工程におけるNO<sub>x</sub>吸蔵剤46の温度上昇が抑制されるので、上記排気ガス流量が制御できない場合にはNO<sub>x</sub>吸蔵剤46が過昇温されてしまうような機関運転状態においても硫黄分の離脱（すなわち硫黄被毒再生）を行うことが可能となる。

## 【0072】

以上のようにこの方法によれば、NO<sub>x</sub>吸蔵剤46からの硫黄分の離脱を促進することができると共に、更に幅広い機関運転状態においてNO<sub>x</sub>吸蔵剤46を過昇温することなく硫黄被毒再生することができる。

また、図1及び図5において参照番号100及び101で夫々示された排気ガス浄化器の部分に以下で説明する構成の排気ガス浄化器102及び103を設置しても上述した方法による硫黄被毒再生を実施することができ、ほぼ同様の作用及び効果を得ることができる。

## 【0073】

図6に示した排気ガス浄化器102の構成は、NO<sub>x</sub>吸蔵剤46を備えた基幹通路60と、NO<sub>x</sub>吸蔵剤46の上流側において基幹通路60から分岐しNO<sub>x</sub>吸蔵剤46の下流側で基幹通路60に合流するバイパス通路62とを備えている。基幹通路60のNO<sub>x</sub>吸蔵剤46の上流側には、還元剤を基幹通路60内に添加するための還元剤添加ノズル44が設けられている。そして、基幹通路60とバイパス通路62とのNO<sub>x</sub>吸蔵剤46の下流側の合流部分には、アクチュエータ72によって駆動される排気ガス流量制御弁73が設けられ、必要に応じて基幹通路60とバイパス通路62の夫々を流れる排気ガスの流量を調整することができる。

## 【0074】

つまり、この排気ガス浄化器102を用いた場合には、上述した硫黄被毒再生方法の実施において、NO<sub>x</sub>吸蔵剤46を流通する排気ガスの流量を制御する必要があるときには排気ガス流量制御弁73が用いられる。すなわち、基幹通路60とバイパス通路62の夫々を流れる排気ガスの流量を調整することによってNO<sub>x</sub>吸蔵剤46を流通する排気ガスの流量が制御される。排気ガス浄化器102ではバイパス通路62を用いているため、全排気ガス流量を大きく変動させずにNO<sub>x</sub>吸蔵剤46を流通する排気ガスの流量を制御することができる。

## 【0075】

排気ガス浄化器102を用いて上述した硫黄被毒再生方法を実施する方法については、上記排気ガス流量の制御において上述したようにバイパス通路62を用いる点以外は、上述の硫黄被毒再生方法の説明並びに図1及び図5に示された排気ガス浄化器100、101と図6に示された排気ガス浄化器102との各構成要素の対応関係等から明らかであるので、その詳細な説明は省略する。

## 【0076】

次に図7に示した構成について説明する。図7に示した構成は、上流側の基幹通路64と、分岐した後に合流する二つの分岐通路66、66'と、下流側の基幹通路68とを備えている。第1及び第2の分岐通路66、66'には、夫々、NO<sub>x</sub>吸蔵剤46、46'、すなわち第1及び第2のNO<sub>x</sub>吸蔵剤46、46'が配置されている。また、各分岐通路66、66'のNO<sub>x</sub>吸蔵剤46、46'の上流側には、還元剤を各分岐通路66、66'内に添加するための還元剤添加ノズル44、44'が設けられている。

## 【0077】

そして、各NO<sub>x</sub>吸蔵剤46、46'の下流側の二つの分岐通路66、66'の合流部分には、アクチュエータ72によって駆動される排気ガス流量制御弁73が設けられ、必要に応じて両分岐通路66、66'を流れる排気ガスの流量割合を制御することができる。排気ガス流量制御弁73は通常時には図7に図示されたような中間位置にあり、第1の分岐通路66を流れる排気ガスの流量と第2の分岐通路66'を流れる排気ガスの流量とがほぼ同じになるようにされている。

## 【 0 0 7 8 】

排気ガス浄化器 1 0 3 を用いて上述した硫黄被毒再生方法を実施する方法については、上述の硫黄被毒再生方法の説明並びに図 1 及び図 5 に示された排気ガス浄化器 1 0 0、1 0 1 と図 7 に示された排気ガス浄化器 1 0 3 との各構成要素の対応関係等から概ね明らかであるのでその詳細な説明は省略する。しかしながら、排気ガス浄化器 1 0 3 の構成は、他の排気ガス浄化器の構成と異なり硫黄被毒再生を必要とする  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6、4 6' を夫々が有する分岐通路 6 6、6 6' を備えた構成であるため、これに関連する点について以下で説明する。

## 【 0 0 7 9 】

すなわち、排気ガス浄化器 1 0 3 においては、硫黄被毒再生を必要とする  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6、4 6' が 2 ヶ所にあるので、これらの両方を硫黄被毒再生の対象とする必要があるが、硫黄被毒再生を行う方法によって、両方の  $\text{NO}_x$  吸蔵剤を同時に硫黄被毒再生の対象とできる場合と片方ずつを対象としなければならない場合とがある。

## 【 0 0 8 0 】

すなわち、上述した硫黄被毒再生方法のうち  $\text{NO}_x$  吸蔵剤を流通する排気ガスの流量を制御する必要があるものを実施する場合には、本排気ガス浄化器 1 0 3 の構成上、流通する排気ガスの流量を所望の値に制御できるのは一方の  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 または 4 6' だけであるので、硫黄被毒再生は一方の  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 または 4 6' ずつ行われることになる。この場合、排気ガス流量制御弁 7 3 によって硫黄被毒再生を行う  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 または 4 6' を流通する排気ガスの流量が実施する工程（温度調整工程または硫黄分離脱工程）及びその目的に応じて所望の値に制御されると共に、硫黄被毒再生を行う  $\text{NO}_x$  吸蔵剤 4 6 または 4 6' に対応する還元剤添加ノズル 4 4 または 4 4' から実施する工程及びその目的に応じた方法で還元剤の添加が行われる。

## 【 0 0 8 1 】

排気ガス浄化器 1 0 3 においてこのような流量制御を行った場合、流量制御の結果、硫黄被毒再生を行う  $\text{NO}_x$  吸蔵剤（例えば 4 6）を迂回した排気ガスはも

う一方の硫黄被毒再生を行っていない $\text{NO}_x$ 吸蔵剤（例えば46'）を通過することになるため、硫黄被毒再生実施中においても排気ガスが $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46または46'を全く通過せずに外部へ放出されることが防止される。

#### 【0082】

また、上述した硫黄被毒再生方法のうち $\text{NO}_x$ 吸蔵剤を流通する排気ガスの流量を制御する必要がないものを実施する場合には、排気ガス浄化器103では還元剤添加ノズル44、44'が各 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46、46'の夫々の上流に設けられているので、実施する工程及びその目的に応じた方法による還元剤の添加を両方の還元剤添加ノズル44、44'で同時に行うか、または片方ずつ行うかを制御することで、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46、46'の両方を同時に硫黄被毒再生することも、一方ずつ硫黄被毒再生することも可能である。

#### 【0083】

なお、上述の各実施形態においては、温度調整工程において $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46または46'の温度を調整する温度調整手段や硫黄分離脱工程において $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46または46'を流通する排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御手段として、還元剤添加ノズル44または44'を用いて $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46または46'上流の排気ガス通路に還元剤を添加する手段を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば上述の各実施形態において、還元剤添加ノズル44または44'からの還元剤の添加の代わりに、もしくはそれに加えて、ポスト噴射を実施するようにしてもよい。ポスト噴射は、機関の膨張行程または排気行程中にシリンダ内へ燃料噴射弁6によって燃料噴射することにより行われるが、これによっても還元剤添加ノズル44または44'からの還元剤の添加と同様、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46または46'の温度の調整や $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46または46'を流通する排気ガスの空燃比の制御を実施することができる。

また、還元剤添加ノズル44または44'からの還元剤の添加の代わりにポスト噴射が行われる場合には、還元剤添加ノズル44及び44'を設ける必要がなくなるという利点がある。

#### 【0084】

なお、上記目的でポスト噴射が行われる場合には、シリンダ内へ燃料（還元剤

)の添加が行われるため、排気ガス浄化器内に複数の排気ガスの経路が存在する場合に排気ガス経路毎に個別に還元剤の添加を行うことができない点に留意する必要がある。例えば、図7に示された排気ガス浄化器103においてポスト噴射が行われる場合には、各 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46、46'に対する個別的な還元剤の添加を行うことはできず、また、図6に示された排気ガス浄化器102においてポスト噴射が行われる場合には、燃料（還元剤）の添加された排気ガスが $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46の存在しない排気ガス経路にも流れることになるので燃料（還元剤）の無駄が生じると共に大気中に放出される燃料（還元剤）が増加してしまう。

## 【0085】

また、上述の説明においては、排気ガス浄化手段として $\text{NO}_x$ 吸蔵剤46または46'を例にとり、その硫黄被毒再生について説明しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、上述したのと同様にして硫黄分を離脱させることができる他の排気ガス浄化手段、例えば硫黄吸着触媒等から硫黄分を離脱させる制御についても適用され得る。

## 【0086】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、より幅広い機関運転状態において過昇温することなく排気ガス浄化手段から硫黄分を離脱させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

図1は、本発明を筒内噴射型の圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示す図である。

## 【図2】

図2は、 $\text{NO}_x$ の吸蔵離脱及び還元浄化作用を説明するための図である。

## 【図3】

図3は、本発明に従った硫黄被毒再生方法を実施する制御ルーチンを示すフローチャートである。

## 【図4】

図4は、図3に示された制御ルーチンに従った制御を行った場合の $\text{NO}_x$ 吸蔵

剤の温度変化の一例を、還元剤の添加パターン及びNO<sub>x</sub>吸蔵剤を流通する排気ガスの空燃比の変化と共に示したものである。

【図 5】

図 5 は、別の排気ガス浄化器を筒内噴射型の圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示す図である。

【図 6】

図 6 は、更に別の排気ガス浄化器の構成を示す説明図である。

【図 7】

図 7 は、更に別の排気ガス浄化器の構成を示す説明図である。

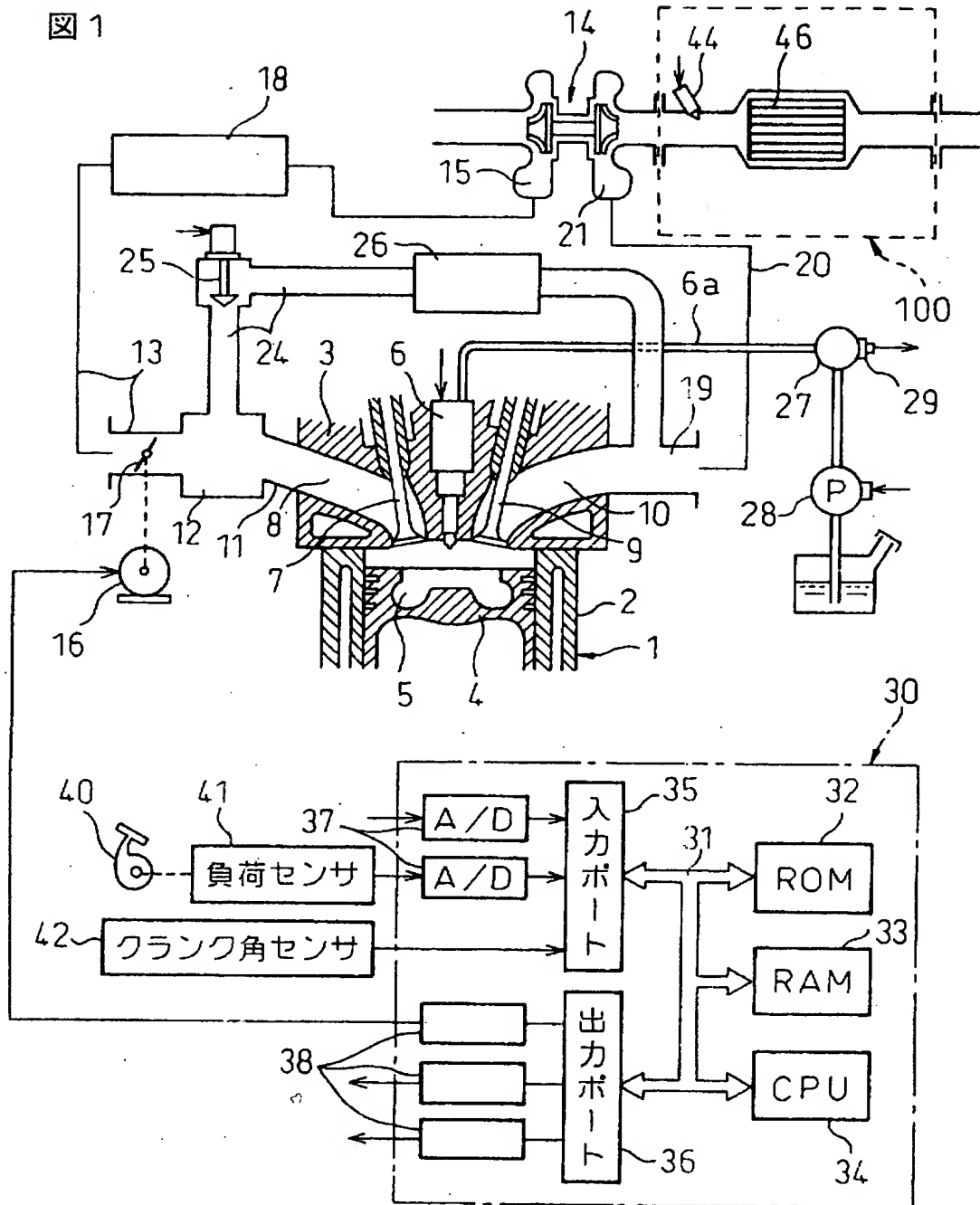
【符号の説明】

- 1 …機関本体
- 5 …燃焼室
- 6 …電気制御式燃料噴射弁
- 3 0 …電子制御ユニット
- 4 4、4 4' …還元剤添加ノズル
- 4 6、4 6' …NO<sub>x</sub>吸蔵剤
- 7 3 …排気ガス流量制御弁
- 1 0 0、1 0 1、1 0 2、1 0 3 …排気ガス浄化器

【書類名】

図面

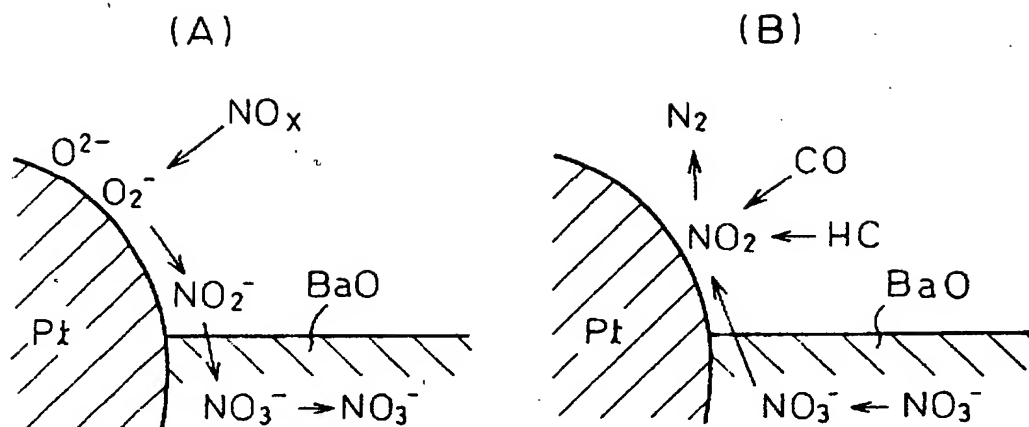
【図 1】





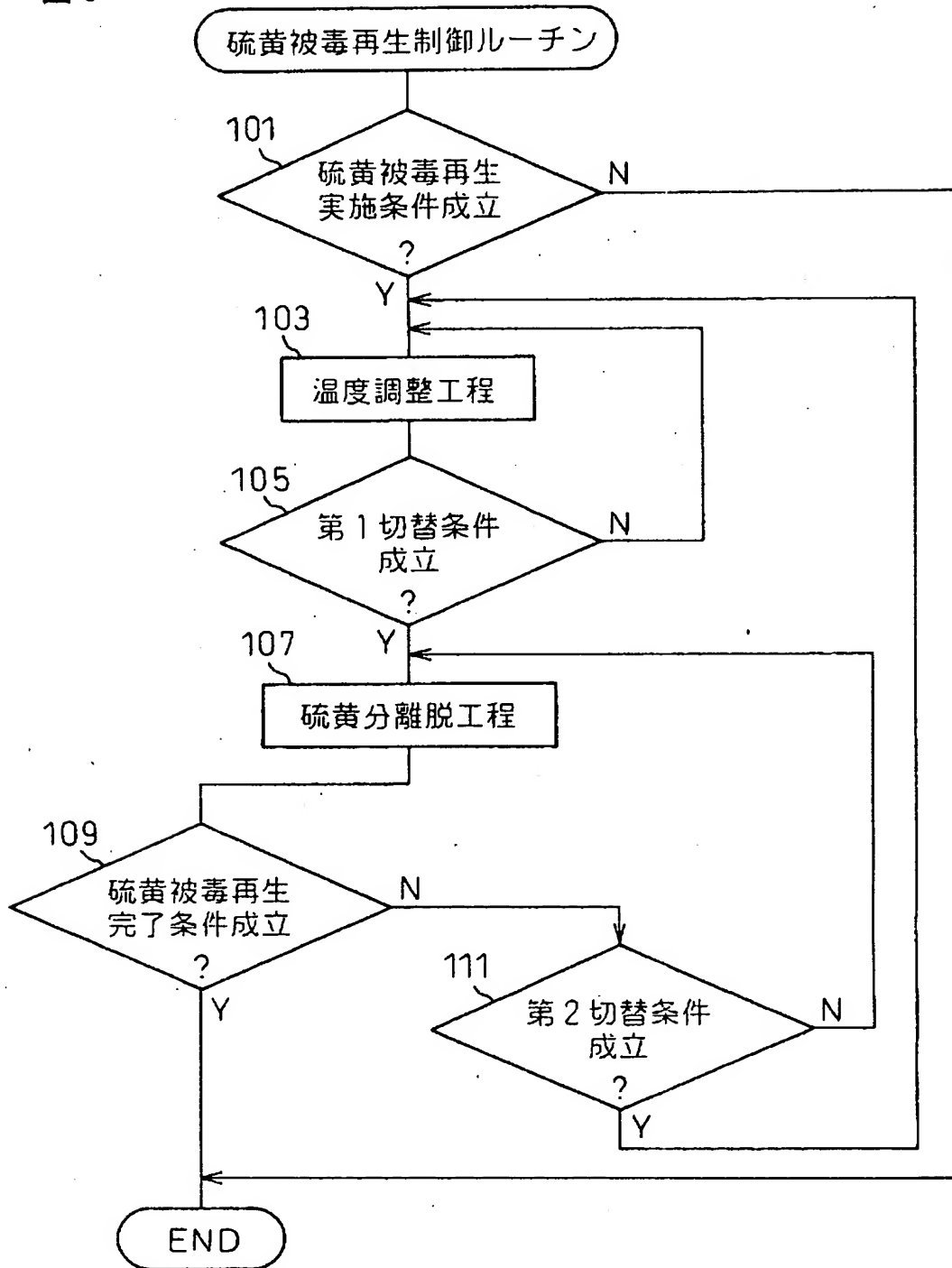
【図 2】

図 2



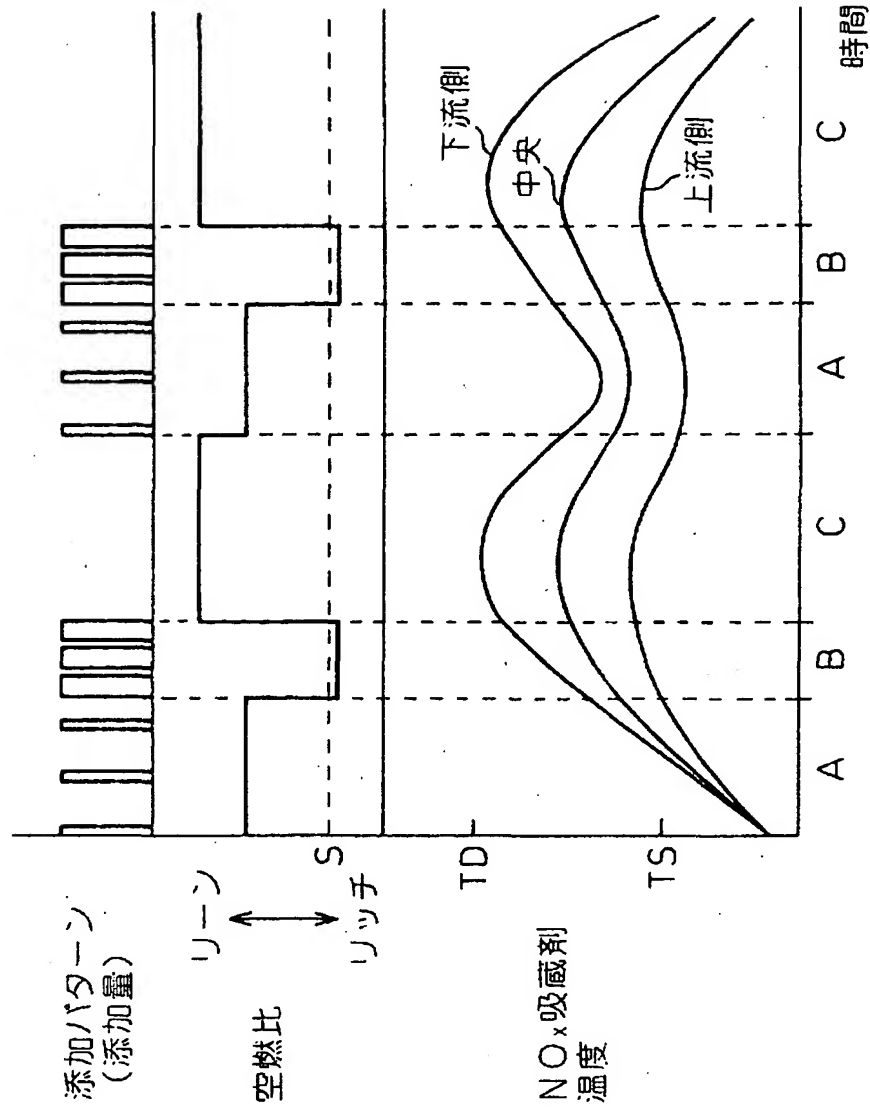
【図 3】

図 3

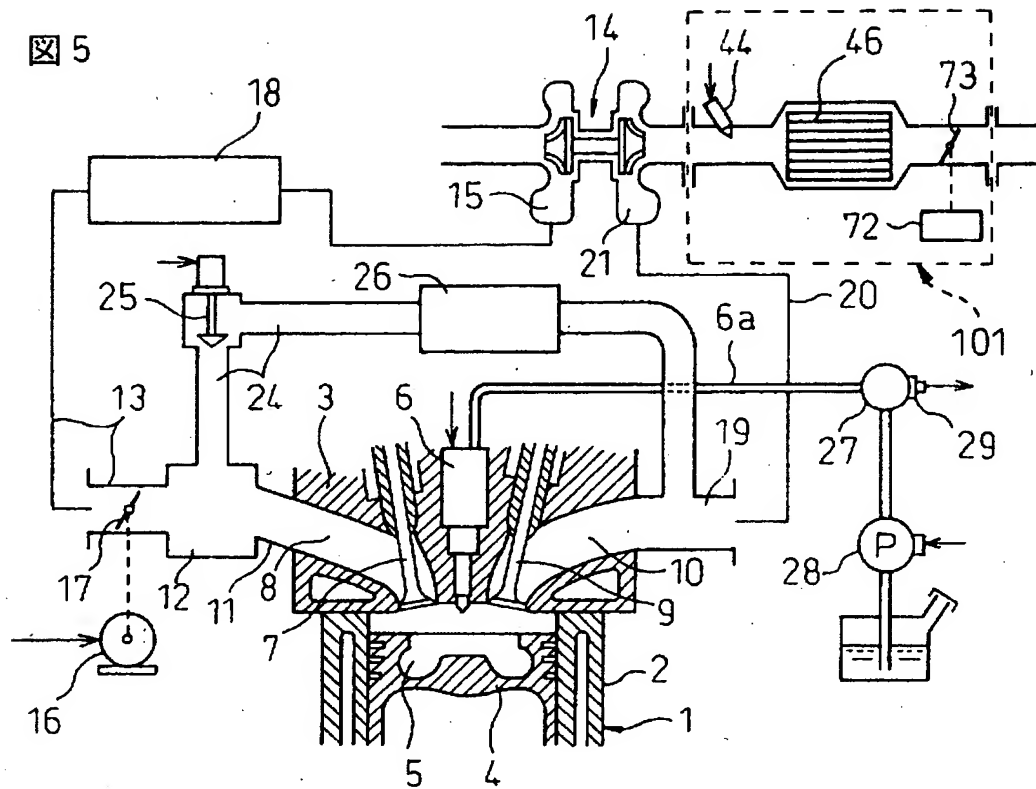


【図4】

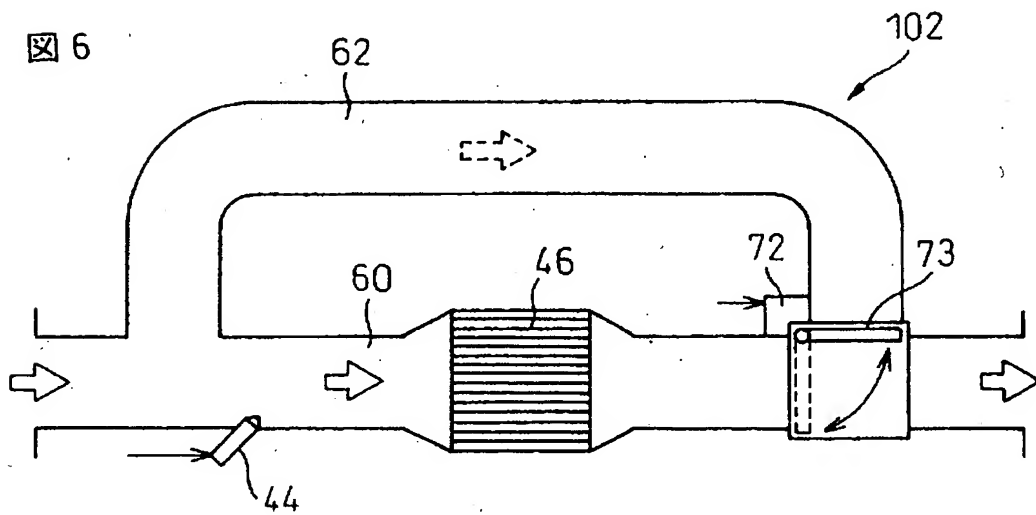
図 4



【図 5】

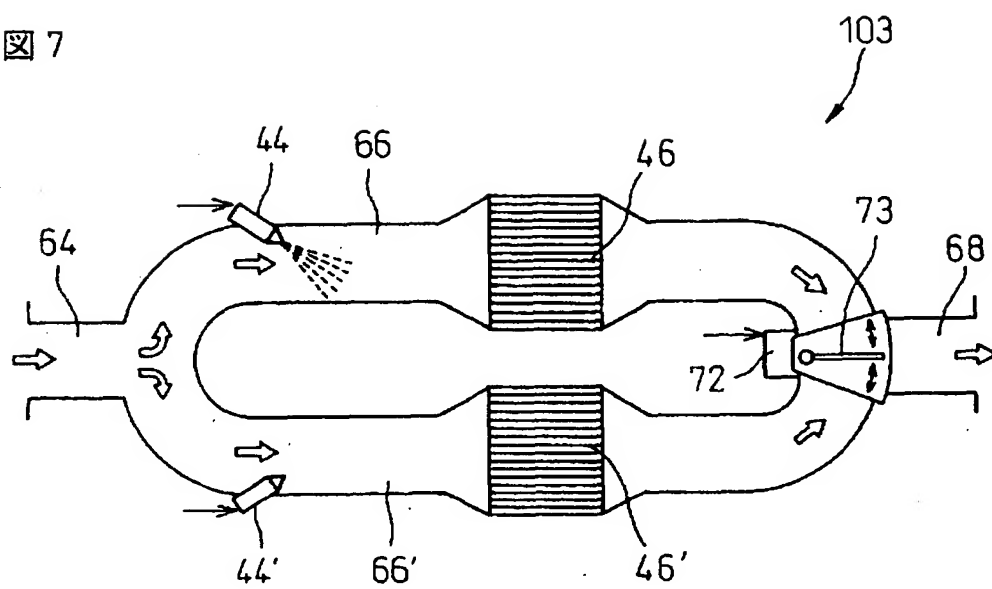


【図 6】



【図 7】

図 7



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 より幅広い機関運転状態において過昇温することなく排気ガス浄化手段から硫黄分を離脱させることができる排気ガス浄化方法を提供する。

【解決手段】 排気ガスの空燃比がリーンの時には $\text{SO}_x$ を吸蔵し、硫黄分離脱温度以上に昇温され且つ流通する排気ガスの空燃比がリッチになった時には吸蔵した $\text{SO}_x$ を離脱させる排気ガス浄化手段46を内燃機関の排気ガス通路に配置し、この排気ガス浄化手段46から硫黄分を離脱させるべき時には、排気ガス浄化手段46の温度を硫黄分離脱温度以上の予め定めた温度範囲内の温度に調整する温度調整工程（ステップ103）と、排気ガス浄化手段46の温度が上記温度範囲内にある時に排気ガス浄化手段46を流通する排気ガスの空燃比をリッチに制御して排気ガス浄化手段46から硫黄分を離脱させる硫黄分離脱工程（ステップ107）とを繰り返す、排気ガス浄化方法を提供する。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
氏 名 トヨタ自動車株式会社